

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-360569

(43)Date of publication of application : 17.12.2002

(51)Int.Cl.

A61B 8/00
G06T 1/00

(21)Application number : 2001-170485

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 06.06.2001

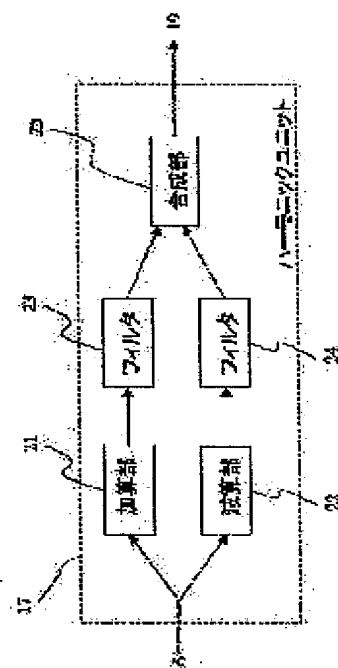
(72)Inventor : KAWAGISHI TETSUYA

(54) ULTRASONIC IMAGE DIAGNOSTIC INSTRUMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ultrasonic diagnostic instrument capable of forming an ultrasonic image of high resolution and low artifact by efficiently detecting only required harmonic components.

SOLUTION: In a harmonic unit 17, a subtraction part 22 is provided to extract only odd-order harmonic components. After removing fundamental wave components with a filter 24, a synthesizing part 25 synthesizes it with even-order harmonic components.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-360569

(P2002-360569A)

(43) 公開日 平成14年12月17日 (2002. 12. 17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 6 T 1/00	2 9 0	G 0 6 T 1/00	2 9 0 D 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-170485(P2001-170485)

(22) 出願日 平成13年6月6日(2001.6.6)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 川岸 哲也

栃木県大田原市下石上字東山1385番の1

株式会社東芝那須工場内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

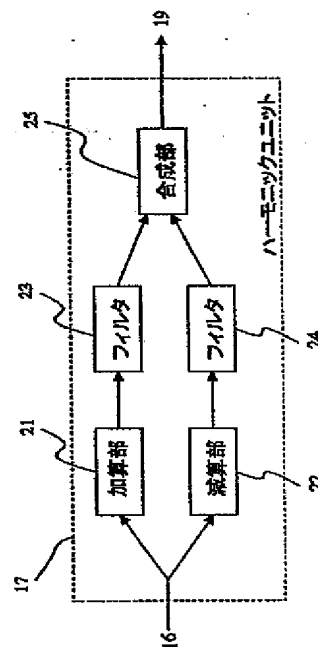
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像診断装置

(57) 【要約】

【課題】 必要なハーモニック成分のみをより効率的に検出することにより、高分解能、低アーチファクトの超音波画像を生成可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 ハーモニックユニット17において、減算部22を設けることにより、奇数次ハーモニック成分のみを抽出し、フィルタ24により基本波成分を除去後、合成部25により偶数次ハーモニック成分と合成する。



(2) 002-360569 (P2002-J69)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波を送信する送信手段と、前記送信された超音波のエコーを受信し受信信号を得る受信手段と、前記受信信号からハーモニク成分を抽出するハーモニク成分抽出手段と、前記抽出されたハーモニク成分を用いて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備し、前記ハーモニク成分抽出手段は、前記受信信号から奇数次のハーモニク成分を抽出することを特徴とする超音波画像診断装置。

【請求項2】 前記ハーモニク成分抽出手段は、前記奇数次のハーモニク成分とは別に偶数次のハーモニク成分を抽出し、前記超音波画像生成手段は、前記奇数次のハーモニク成分および前記偶数次のハーモニク成分のうち少なくとも一方のハーモニク成分を用いて超音波画像を生成することを特徴とする請求項1記載の超音波画像診断装置。

【請求項3】 前記超音波画像生成手段は、前記偶数次のハーモニク成分と、前記奇数次のハーモニク成分が合成された信号に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項2記載の超音波画像診断装置。

【請求項4】 前記超音波画像生成手段は、前記偶数次のハーモニク成分および前記奇数次のハーモニク成分のそれぞれの成分に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項2記載の超音波画像診断装置。

【請求項5】 前記偶数次のハーモニク成分および前記奇数次のハーモニク成分のいずれのハーモニク成分を用いるか操作者が選択可能な選択手段をさらに有し、前記超音波画像生成手段は、前記選択されたハーモニク成分に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項2記載の超音波画像診断装置。

【請求項6】 前記奇数次のハーモニク成分および前記偶数次のハーモニク成分から任意の次数のハーモニク成分を抽出する任意ハーモニク成分抽出手段をさらに具備し、前記超音波画像生成手段は、前記任意ハーモニク成分抽出手段により抽出されたハーモニク成分を用いて超音波画像を生成することを特徴とする請求項2記載の超音波画像診断装置。

【請求項7】 互いに位相反転した2種類の超音波を送信する送信手段と、前記送信された2種類の超音波のエコーを受信する受信手段と、前記それぞれの受信信号同士を減算する減算手段と、前記減算手段の出力信号から基本波成分を除去する基本波成分除去手段と、前記基本波成分除去手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備することを特徴とする超音波画像診断装置。

【請求項8】 前記それぞれの受信信号同士を加算する加算手段をさらに有し、前記超音波画像生成手段は、前記加算手段の出力信号および前記基本波成分除去手段の出力信号のうち少なくとも1つの出力信号に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項7記載の超

音波画像診断装置。

【請求項9】 前記加算手段の出力信号と前記基本波成分除去手段の出力信号を合成する合成手段をさらに有し、前記超音波画像生成手段は、前記合成手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項8記載の超音波画像診断装置。

【請求項10】 前記超音波画像生成手段は、前記加算手段の出力信号と前記基本波成分除去手段の出力信号のそれぞれの出力信号に基づいてそれぞれの超音波画像を生成することを特徴とする請求項8記載の超音波画像診断装置。

【請求項11】 前記加算手段の出力と前記基本波成分除去手段の出力信号を切換えて出力する切換手段をさらに有し、前記超音波画像生成手段は、前記切換手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成することを特徴とする請求項8記載の超音波画像診断装置。

【請求項12】 前記減算手段の出力信号および前記加算手段の出力信号から、操作者によって選択された次数のハーモニク成分を抽出する手段をさらに具備し、前記超音波画像生成手段は、前記選択された次数のハーモニク成分を用いて超音波画像を生成することを特徴とする請求項8記載の超音波画像診断装置。

【請求項13】 互いに位相反転した2種類の超音波を送信する送信手段と、前記送信された2種類の超音波のエコーを受信する受信手段と、前記それぞれの受信信号同士を減算する減算手段と、前記減算手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備することを特徴とする超音波画像診断装置。

【請求項14】 前記送信手段および前記受信手段は、1つのプローブであることを特徴とする請求項1乃至13いずれか1項記載の超音波画像診断装置。

【請求項15】 前記プローブは、単結晶の圧電結晶を有することを特徴とする請求項14記載の超音波画像診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ハーモニク成分を用いて超音波画像を生成する超音波画像診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、超音波診断装置の中には、被検体に送信する周波数（以下基本周波数と呼ぶ）に対して、略整数倍の周波数成分（以下ハーモニク成分と呼ぶ）を受信信号として映像化する技術がある。なお、以下基本周波数の成分を基本波成分と呼ぶ。なお、この技術は、一般的にハーモニクイメージングと呼ばれている。ここで、ハーモニクイメージングの例として、コントラストハーモニクイメージング（以下CHIと呼ぶ）と組織ハーモニクイメージング（以下THIと呼ぶ）について説明する。まず、CHIとは、超音波の受

(3) 002-360569 (P2002-荀僑)

信信号に含まれるハーモニック成分を抽出して、画像を作成するもののうち、特に微小気泡（以下マイクロバブルと呼ぶ）よりなる超音波造影剤をより効率的に検出することを目的として開発された。マイクロバブルは強い非線形散乱特性を有しており、その散乱信号は生体組織と比べて大きなハーモニック成分を含んでいる。そこでこのハーモニック成分を抽出することにより、基本波成分では周囲組織からのエコーに埋もれてしまうような微小な血流（パフュージョン）の映像化が可能となる。また、一方で、THI (Tissue Harmonic Imaging) とは、アーチファクトの低減された高コントラストの画像が得られ、心内膜等の描出に優れることが特徴である。

【0003】CHIでは造影剤のマイクロバブルでの散乱で生じたハーモニック成分を画像化するのに対して、THIでは、送信された超音波が被検体内を至みながら“伝搬”するいわゆる伝搬の非線形性により発生するハーモニック成分のエコー信号を画像化するものである。THIにおけるハーモニック成分の発生は、基本波成分の音圧の二乗（強度）に比例するため、超音波の送信ビームの中心軸上（音圧の高い領域）に集中して発生する。すなわち基本波成分を用いた場合に比べ、メインローブが細くかつサイドローブレベルが低いシャープな超音波の送信ビームが形成可能である。このようにTHIではビーム幅が狭くかつサイドローブレベルの低いビーム形成が可能のため、ビーム幅の低減により方位方向分解能が向上し、またサイドローブレベルの低減によりコントラスト分解能が向上する。このように、THIあるいはCHIのようなハーモニックイメージングを行うには、上記ハーモニック成分を受信信号から取り出す必要があり、この1つとして、フィルタ法が上げられる。フィルタ法とは、受信信号に基本波成分を除去するような低周波カットフィルタを用いるものである。

【0004】また、このフィルタ法よりも、さらに効果的に基本波成分を除去し、ハーモニック成分を取り出す技術がある。この技術として、主に、パルスインバージョン法および振幅変化法がある。パルスインバージョン法とは、同じ超音波走査線上に、互いに位相反転させた2種類の超音波パルスを交互に送信し、それに対応した2種類の受信信号を加算するものである。これにより、基本波成分および奇数次ハーモニック成分に対しては相殺作用が生じ、また、偶数次ハーモニック成分に対しては逆に加算作用が生じるため、この方法を利用すると、フィルタ法よりも効率的に基本波成分の除去、および偶数次のハーモニック成分の抽出を行うことが可能である。なお、ここで奇数次ハーモニック成分とは、基本周波数の略奇数倍の周波数を有する成分であり、以下これと同様に、例えば2次ハーモニック成分とは、基本周波数の略2倍の周波数を有する成分と呼ぶ。このパルスインバージョン法は、阿比留巖、鎌倉友男共著「超音波パルスの被線形伝播」（信学技法、US89-23、p5

3）に記述されている。また、振幅変化法とは、同じ超音波走査線上に、互いに振幅の異なる2種類の超音波パルスを交互に送信し、それに対応した2種類の受信信号をゲイン補正後減算するものである。この振幅変化法は、Ted Christopherによる“Finite Amplitude Distortion Based Inhomogeneous Pulse Echo Ultrasonic Imaging” (IEEE UFFC vol.44 No.1 January 1997) に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記フィルタ法においては、基本波成分の除去と共に2次ハーモニック成分を除去してしまい、効率的にハーモニック成分のみを検出することができなかった。また、パルスインバージョン法においては、基本波成分は効率的に除去できるものの、基本波成分の除去と共に、奇数次ハーモニック成分を失っていた。また、振幅変化法は、低振幅送信時のS/N比が悪いという問題を有する。このように従来では、必要ではない成分を大きく含んだ、あるいは必要な成分が小さいハーモニック成分を用いて超音波画像の作成を行っていたため、超音波画像の高分解能化、低アーチファクト化には限界があった。そこで、本発明は上記課題を解決し、必要なハーモニック成分のみをより効率的に検出することにより、高分解能、低アーチファクトの超音波画像を生成可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、超音波を送信する送信手段と、前記送信された超音波のエコーを受信し受信信号を得る受信手段と、前記受信信号からハーモニック成分を抽出するハーモニック成分抽出手段と、前記抽出されたハーモニック成分を用いて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備し、前記ハーモニック成分抽出手段は、前記受信信号から奇数次のハーモニック成分を抽出することを特徴とする。また、請求項7に記載の発明は、互いに位相反転した2種類の超音波を送信する送信手段と、前記送信された2種類の超音波のエコーを受信する受信手段と、前記それぞれの受信信号同士を減算する減算手段と、前記減算手段の出力信号から基本波成分を除去する基本波成分除去手段と、前記基本波成分除去手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備することを特徴とする。また、請求項13に記載の発明は、互いに位相反転した2種類の超音波を送信する送信手段と、前記送信された2種類の超音波のエコーを受信する受信手段と、前記それぞれの受信信号同士を減算する減算手段と、前記減算手段の出力信号に基づいて超音波画像を生成する超音波画像生成手段と、を具備することを特徴とする。

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る第1の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。図1

(4) 002-360569 (P2002-E69)

は、超音波診断装置10のブロック図である。超音波診断装置10は、超音波の送受信を行うプローブ11、プローブ11における超音波送受信信号の処理を行う超音波装置本体12および超音波画像表示を行うモニタ13を有する。

【0007】プローブ11は、一次元または二次元的に配列された複数の振動素子（電気／音響変換素子）を有し、各振動素子の遅延時間等を変化させることにより、任意の方向へあるいは任意の焦点距離へ超音波を送信することが可能である。なお、振動素子が圧電結晶の場合、単結晶のものがより効果的である。圧電結晶として単結晶を用いることにより、プローブ11の帯域が広く、高次のハーモニック成分も十分に検出できるようになるためである。ただし、振動素子の圧電結晶の結晶構造は、単結晶以外でも良い。また、超音波装置本体12は、プローブ11に接続されるパルサ／プリアンプユニット15、パルサ／プリアンプユニット15に接続される受信遅延回路16、受信遅延回路16に接続されるハーモニックユニット17、ハーモニックユニット17に接続される検波ユニット19、検波ユニット19に接続される表示ユニット18を有しており、表示ユニット18はモニタ13に接続される。パルサ／プリアンプユニット15は、プローブ11に所定の中心周波数（基本周波数）をもつ送信パルス電圧を印加し、あるいはプローブ11で超音波受信信号から変換された電圧信号を増幅する機能を有する。なお、この送信パルス電圧は、各振動素子によって上述のように超音波の送信方向あるいは焦点距離等を加味した上で、若干の遅延時間を以って印加される。

【0008】また、受信遅延回路16は、超音波ビームの受信方向等の制御を行うものであり、具体的には各振動素子に応じて信号を遅延させ加算するものである。ハーモニックユニット17は、ブロック図である図2に示すように、受信遅延回路16からの出力信号が並列に、加算部21および減算部22にそれぞれ入力されている。加算部21および減算部22の出力には、それぞれフィルタ23および24が設けられている。フィルタ23およびフィルタ24は、基本波成分を除去するフィルタで、これに応じた時定数を有するいわゆる低周波カットフィルタである。また、フィルタ23および24の出力には、合成部25が接続される。合成部25の出力は、ハーモニックユニット17の出力として、検波ユニット19に接続されている。このハーモニックユニット17は、受信信号のハーモニック成分を抽出する機能を有している。ここで、抽出とは、特定成分のみを検出することであるが、必ずしも完全に特定成分のみを完全に分離して検出するものではなく、実用レベルにおいて特定成分の特定の性質を活かすことができる程度に検出することである。例えば、ハーモニック成分の抽出とは、ハーモニック成分のみを検出するものであるが、その他

の成分、この場合には基本波成分を完全に除去するものではなく、実用レベルにおいてハーモニック成分の特性を活かし得る程度に基本波成分を除去するということである。これらの処理は、RF、IQのどちらで行う。

【0009】また、検波ユニット19は、体内の組織構造や造影剤等を示す形態画像を得るための一般的な検波処理・対数圧縮等を行う。さらに、表示ユニット18は、モニタ13に表示するための画像信号に変換するものである。以下、パルスインバージョン法の原理について説明した後、本実施の形態における超音波診断装置10の動作について説明する。パルスインバージョン法は、上述の通り、各超音波走査線上に位相の180°異なる超音波パルスを交互に繰り返し送信するものである。なお、以下位相の180°異なる超音波パルスを1回ずつ計2回の送信を行ういわゆる2レート送信として説明するが、さらに多くの超音波パルスを繰り返しても良い。被検体内に送信された超音波パルスは、被検体内組織の非線形伝播あるいはマイクロバブルの非線形散乱により、ハーモニック成分を有する。例えば、ここで被検体内に送信する超音波パルスを簡略化した形で $\sin \omega t$ とすと、上述の被検体内組織またはマイクロバブルの影響で、超音波パルスは、 $A \sin \omega t + B \sin^2 \omega t + C \sin^3 \omega t \cdots$ のように変化する。なお、 ω は各周波数、 A 、 B 、 C はそれぞれ振幅の大きさを表すものとする。

【0010】ここで、 $A \sin \omega t + B \sin^2 \omega t + C \sin^3 \omega t \cdots$ をそれぞれの周波数成分に展開すると、 $A \sin \omega t$ は基本周波数成分、 $B \sin^2 \omega t$ は0次と2次のハーモニック成分、 $C \sin^3 \omega t$ は基本周波数成分および3次のハーモニック成分を表している。従って、受信超音波パルスは、 $a + A' \sin(\omega t + \theta_1) + B' \sin(2\omega t + \theta_2) + C' \sin(3\omega t + \theta_3) \cdots$ と表すことができる。なお、ここで a は0次のハーモニック成分を表す所定の定数、 A' 、 B' 、 C' はそれぞれ受信超音波パルスの振幅の大きさ、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 はそれぞれ各成分の位相のずれを表すものである。パルスインバージョン法では、次に位相の180°異なる超音波パルス、上記例に従うと、 $-\sin \omega t$ で表される超音波パルスを被検体に送信する。これに対応する生体またはマイクロバブルの影響による超音波パルスは、 $-A \sin \omega t + B \sin^2 \omega t - C \sin^3 \omega t \cdots$ となり、これは基本波成分および奇数次のハーモニック成分が負の符号を有し、偶数次のハーモニック成分が正の符号を有することになる。従って、この受信超音波パルスは、 $a - A' \sin(\omega t + \theta_1) + B' \sin(2\omega t + \theta_2) - C' \sin(3\omega t + \theta_3) \cdots$ となり、それぞれの受信超音波パルス同士を加算すると、基本波成分および奇数次のハーモニック成分は除去され、0次および偶数次のハーモニック成分のみを取り出すことができ、この偶数次のハーモニック成分によって超音波画像を作成するものがパルスインバージョン法である。

【0011】操作者は、超音波パルスの送信前にハーモニック成分による超音波画像の生成を行う画像モード

(5) 002-360569 (P2002-\$69

(以下ハーモニクイメージングモードと呼ぶ)か、基本波成分を用いた画像(以下通常モードと呼ぶ)の選択を行い、また選択したモードで被検体の撮影を開始する指示を、キーボード等の入力装置(図示しない)からホストCPU14へ行う。なお、以下ハーモニクイメージングモードが選択されたものとして、説明を行うが、操作者が通常モードを選択した場合には、受信信号はハーモニクユニット17を介さずに、受信遅延回路16から図示しないが通常のエコーフィルタを通して、検波ユニット19へと入力される。ハーモニクイメージングモードによる撮影が開始したら、ホストCPU14から、パルサ/プリアンプユニット15を介してプローブ11へ、ハーモニクイメージングモードにおける電圧パルスが送信される。つまり、パルサ/プリアンプユニット15から位相が 180° 異なる電圧パルスがプローブ11に印加され、プローブ11からこの電圧パルスに応じた超音波パルスが被検体に送信される。また、プローブ11は、この異なる位相それぞれの超音波反射信号を受信する。プローブ11によって電気/音響変換された信号は、パルサ/プリアンプユニット15において、遅延処理および増幅処理がなされ、ハーモニクユニット17に入力される。

【0012】ハーモニクユニット17では、パルサ/プリアンプユニット15の出力信号が加算部21および減算部22にそれぞれ入力される。加算部21では、上記説明のように、基本波成分を含む奇数次ハーモニク成分が除去され、図3(a)に示すような偶数次ハーモニク成分のみが出力される。この加算部21から出力された信号は、フィルタ23へ入力される。なお、図3(a)における点線はフィルタ23の透過帯域を示している。フィルタ23は、パルスインバージョンによっても除去できなかった残留基本波成分を取り除く役目を果たしているが、残留基本波成分が小さい場合には、使用しなくても良いし、あるいは予め設けられていなくても良い。なお、基本波成分が多く残留してしまう1つの要因として、一方の超音波パルスを送信してから、これと 180° 位相の異なる超音波パルスを送信する間に、撮影部分が移動してしまい、これが基本波成分の位相を変化させるため、基本波成分同士が完全に相殺されないことが上げられる。従って、撮影部分が大きく移動する場合(心臓を観察する場合)などに、必要に応じて操作者が使用するかどうかを選択可能な構成としても良い。

【0013】フィルタ23から出力された信号は、合成部25に入力される。また、一方で、減算部22では、それぞれの受信信号同士が減算処理される。減算部22の出力信号は、図3(b)に示すように、基本波成分および奇数次ハーモニク成分である。この理由は、上述のパルスインバージョン法の説明のように、それぞれの送信超音波パルスは、被検体の体内で $A\sin\omega t + B\sin^2\omega t + C\sin^3\omega t \cdots$ および $-A\sin\omega t + B\sin^2\omega t - C\sin^3\omega t \cdots$

のように変化するため、これらの受信超音波パルス同士を減算すると $2A'\sin(\omega t + \theta_1) + 2C'\sin(3\omega t + \theta_3) \cdots$ となり、基本波成分および奇数次のハーモニク成分が残ることになる。この減算器22の出力はフィルタ24に入力される。なお、図3(b)における点線はフィルタ24の透過帯域を示している。同図からも分かるように、3次のハーモニクと基本波成分は、ハーモニクでのフィルタ法に比較し、離れているので分離が容易である。フィルタ24の出力も、同様に合成部25に入力される。つまり、フィルタ23の出力は、奇数次ハーモニク成分をほとんど有しない2次以上の偶数次ハーモニク成分であり、一方フィルタ24の出力は、偶数次ハーモニク成分をほとんど有しない3次以上の奇数次ハーモニク成分であるといえる。

【0014】これらの信号は、合成部25で加算処理が行われ、ほとんど基本波成分を有しない2次以上のハーモニク成分として出力される。なお、ここで合成とは、少なくとも加算処理を含む処理を意味し、この他にもゲインの調整や位相の調整を含む概念としても良い。合成部25の出力信号は、図3(c)に示されている。合成部25の出力は、検波ユニット19へと送られ、体内の組織構造や造影剤等を示す形態画像を得るための一般的な検波処理・対数圧縮等が行われた後、表示ユニット18を介して、モニタ13に超音波診断画像が表示される。なお、合成部25の後段、例えば検波ユニット19内に、信号を成形するためのフィルタ処理を加えても良い。これは以下の実施の形態においても同様である。本実施の形態では、偶数次のハーモニク成分と基本波成分を含む奇数次のハーモニク成分とを別々に取得し、基本波成分を含む奇数次のハーモニク成分から基本波成分を除去した後、偶数次ハーモニク成分と合成するため、従来例におけるフィルタ法に比べ、特に効率的に2次のハーモニク成分を取得することが可能であり、超音波画像の分解能向上が可能である。

【0015】また、本実施の形態では、偶数次ハーモニク成分だけでなく、奇数次ハーモニク成分も用いるため、ノイズが低減した高コントラストの画像を作成することが可能である。以下、本発明に係る第2の実施の形態について、ハーモニクユニット17のブロック図である図4を参照して説明する。なお、第1の実施の形態と同一構成のものは、同一番号を付して説明を省略する。本実施の形態を簡単に説明すると、偶数次のハーモニク成分と、奇数次のハーモニク成分のそれぞれで超音波画像を作成するものである。本実施の形態におけるハーモニクユニット17は、加算部21、減算部22およびそれぞれに接続されるフィルタ23、フィルタ24を有している。第1の実施の形態においては、フィルタ23およびフィルタ24の出力は合成部25に接続されていたが、本実施の形態では、それぞれのフィルタの出力を別々に検波ユニット19へ入力する。なお、本

(6) 002-360569 (P2002-P69)

実施の形態における検波ユニット19は、フィルタ23および24からそれぞれ出力された信号に基づいてそれぞれの処理を行い、また表示ユニット18も同様に別々に信号として処理を行う。なお、この別々の処理の仕方は、時間差を設けて、所定の時間内はフィルタ23の出力信号を処理し、所定時間経過後、さらに所定時間内はフィルタ24の出力信号を処理とするといった時間差による処理でも良いし、それぞれのフィルタの出力を処理するためのそれぞれの処理回路を有していても良い。

【0016】つまり、検波ユニット19へ入力される信号としては、図3(a)と図3(b)で示すそれぞれの信号が検波ユニット19へ入力される。さらに、本実施の形態では、このように別々に作成された超音波画像が、モニタ13の同一画面上に表示される(あるいはモニタが2台あっても良い)。ここで、奇数次のハーモニック成分と偶数次のハーモニック成分をそれぞれ画像化する意義としては、超音波造影剤におけるマイクロバブルは、2次ハーモニック成分に比して、3次ハーモニック成分が、被検体の組織によって生じる成分よりも、大きな成分を生じさせることが知られており、また、被検体の組織は、逆に3次ハーモニック成分に比して、2次ハーモニック成分が、マイクロバブルによって生じる成分よりも、大きな成分を生じさせるためである。なお、参考として、図5にマイクロバブルによって生じる成分と被検体の組織によって生じる成分を示す。本実施の形態では、位相の180°異なる送信超音波パルスに対する受信信号を減算した後、基本波成分を除去することにより、2次のハーモニック成分をほとんど含まない奇数次のハーモニック成分を抽出することが可能である。

【0017】また、偶数次のハーモニック成分と奇数次のハーモニック成分のそれぞれの成分からそれぞれの超音波画像を作成することにより、操作者は略同時に組織の影響が大きい超音波画像と、マイクロバブルの影響が大きい超音波画像を同時に観察することが可能である。なお、従来例におけるフィルタ法を用いても、3次以上のハーモニック成分を抽出することは可能であるが、この場合には、3次ハーモニック成分と2次ハーモニック成分の分離が困難である。また、本実施の形態においては、作成された超音波画像をそれぞれ別々に表示する場合を示したが、それぞれの超音波画像を部分的に合成し、1つの超音波画像で表示させても良い。すなわち被検体の所定の領域は、組織の影響が大きい領域となり、また他の領域はマイクロバブルの影響が大きい領域として表示することも可能である。以下、本発明に係る第3の実施の形態について、ハーモニックユニット17のブロック図である図6を参照して説明する。なお、第1の実施の形態と同一構成のものは、同一番号を付して説明を省略する。本実施の形態を簡単に説明すると、偶数次のハーモニック成分と、奇数次のハーモニック成分のそれぞれ切換えて、選択的に超音波画像を作成するもので

ある。

【0018】本実施の形態におけるハーモニックユニット17は、フィルタ23およびフィルタ24の出力が切換部28に接続されている。また、切換部28は、ホストCPU14にも接続されている(図示しない)。操作者は、第1の実施の形態と同様、ハーモニックモードおよび通常モードのうちいずれか一つのモードを選択するが、ハーモニックモードを選択した場合には、さらに奇数次ハーモニック成分を用いたモードおよび偶数次ハーモニック成分を用いたモードのいずれか1つを選択する。この操作者によって行われた選択動作の信号は、ホストCPU14を介して、切換部28に入力される。これによって、切換部28は、上記信号に基づいていずれか1つのフィルタからの信号のみを検波ユニット19へ送り、超音波画像の作成が行われる。本実施の形態では、偶数次ハーモニック成分および奇数次ハーモニック成分のうちいずれの成分によって超音波画像を作成するか、操作者が選択することができ、操作者は、組織の影響が大きい超音波画像とマイクロバブルの影響が大きい超音波画像を選択的に観察することが可能である。以上が本発明における実施の形態であるが、本発明は、上記実施の形態を種々組みあわせて用いても良いし、あるいはスイッチ等により上記実施の形態を選択的に使用できるようにしても良い。

【0019】例えば、第1の実施の形態と第2の実施の形態を組み合わせて、使用できる構成としても良い。これは、ハーモニックユニットのブロック図である図7に示されるように、第1の実施の形態における合成部25の出力に切換部28'を接続し、さらに切換部28'には、フィルタ23およびフィルタ24の出力も接続される構成とすれば良い。この場合、操作者によって選択された情報は、切換部28'に入力され合成部25、フィルタ23およびフィルタ24のうちいずれか1つの出力信号を検波ユニット19へ送り、超音波画像を作成する。また、上記実施の形態において、本発明の趣旨を一脱しない範囲で変形しても良い。例えばこの変形には、スイッチ等を設けることなどが挙げられる。一例として、第1の実施の形態における図2を参照して説明すると、受信遅延回路16と加算部21の間、加算部21とフィルタ23の間、あるいはフィルタ23と合成部25の間等にスイッチを設け、2次以上のハーモニック成分により超音波画像を作成する場合には、スイッチをオンとしておき、一方で、奇数次のハーモニック成分により超音波画像を作成する場合には、スイッチをオフとする構成があげられる。

【0020】また、上述の実施の形態に限らず、フィルタ23およびフィルタ24の透過帯域や透過率等を変えることにより、任意のハーモニック成分あるいは基本波成分を、任意の大きさで取り出すことが可能であり、何次のハーモニックをどの程度取り出すかは、診断法、患

(7) 002-360569 (P2002-69)

者別、あるいは操作者の好み、または被検体の視野深度等によって決定すればよく、特に上述の実施の形態以外のものでも良い。例えば、組織の画像化とマイクロバブルの画像化で用いるハーモニック成分は、以下のような組み合わせが考えられる。つまり、組織の画像化には、セカンドハーモニック成分とすれば良いし、マイクロバブルの画像化には、奇数次のハーモニック成分あるいは3次以上のハーモニック成分（2次のハーモニック成分を除いた偶数次のハーモニック成分を含む）とすれば良い。なお、このような組み合わせや変形を実現するためには、フィルタ23あるいはフィルタ24の帯域、あるいはフィルタ23、フィルタ24および合成部25のどこから出力を取り出すかの決定、あるいはスイッチ等の追加を行うことにより可能である。なお、被検体の生体減衰の影響により、視野深度が大きいとハーモニック成分が得られにくい場合があり、この場合には低い次数の周波数成分を含めて画像化を行うとよい。つまり、視野深度が小さい場合の超音波画像生成に用いられる周波数成分よりも視野深度が大きい場合の超音波画像の生成に用いられる周波数成分の方をより低い次数の周波数成分とすることにより、広い範囲の視野深度で高分解能超音波画像を生成することができ、いわゆるペネトレーションを増大することが可能となる。特に、視野深度が大きい場合には、基本波成分を用いることが望ましい。

【0021】また、本発明は、本実施の形態に限定されるものではなく、その他にも、例えば、奇数次のハーモニック成分に、奇数次、偶数次の両方のハーモニック成分を有する成分を加算するようにしても良い。

【0022】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、必要なハーモニック成分のみをより効率的に検出することにより、高分解能、低アーチファクトの超音波画像を生成可能な超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施の形態における超音波

診断装置のブロック図である。

【図2】本発明に係る第1の実施の形態におけるハーモニックユニットのブロック図である。

【図3】本発明に係る第1の実施の形態におけるハーモニックユニット内の各部分の周波数成分を表したグラフである。

【図4】本発明に係る第2の実施の形態におけるハーモニックユニットのブロック図である。

【図5】本発明に係る組織またはマイクロバブルによる周波数成分を表したグラフである。

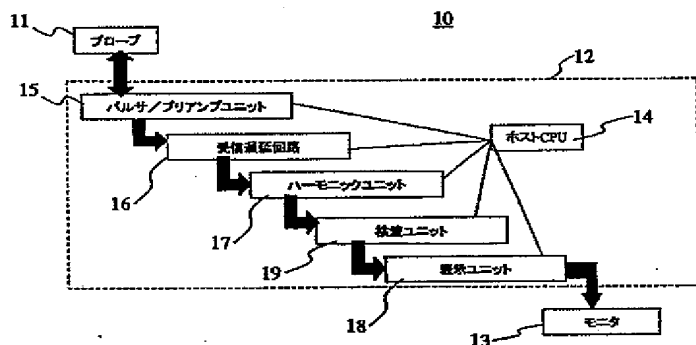
【図6】本発明に係る第3の実施の形態におけるハーモニックユニットのブロック図である。

【図7】本発明に係る第1の実施の形態および第2の実施の形態の組み合わせによるハーモニックユニットのブロック図である。

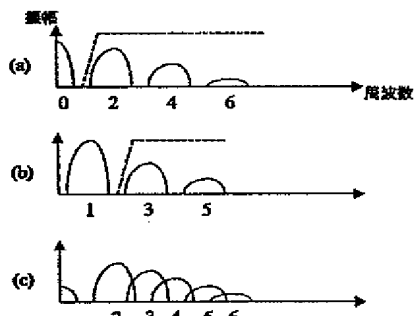
【符号の説明】

- 11 プローブ
- 12 超音波装置本体
- 13 モニタ
- 14 ホストCPU
- 15 パルス/プリアンプユニット
- 16 受信遅延回路
- 17 ハーモニックユニット
- 18 表示ユニット
- 19 検波ユニット
- 21 加算部
- 22 減算部
- 23 フィルタ
- 24 フィルタ
- 25 合成部
- 26 選択部
- 27 フィルタ
- 28 切換部
- 30 遅延回路
- 31 加算回路

【図1】

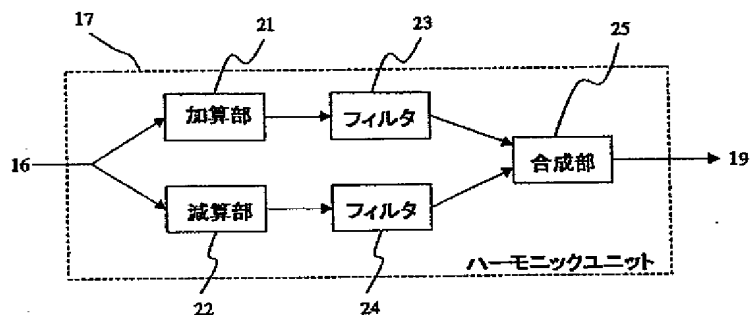


【図3】

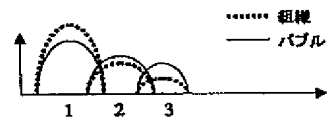


(8) 002-360569 (P2002-州橋)

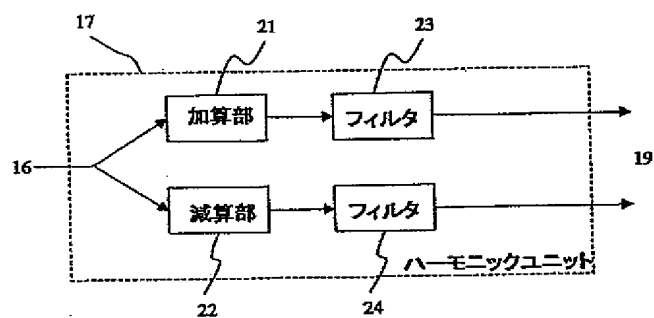
【図2】



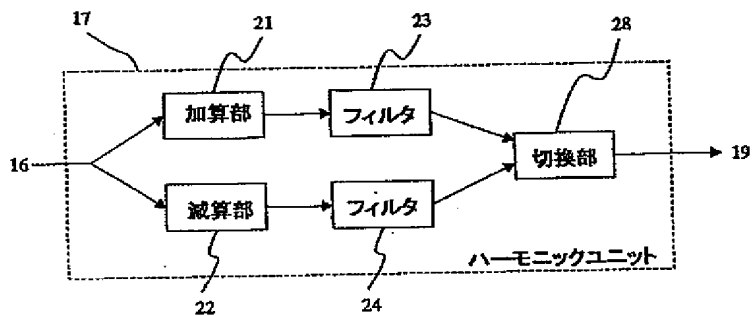
【図5】



【図4】

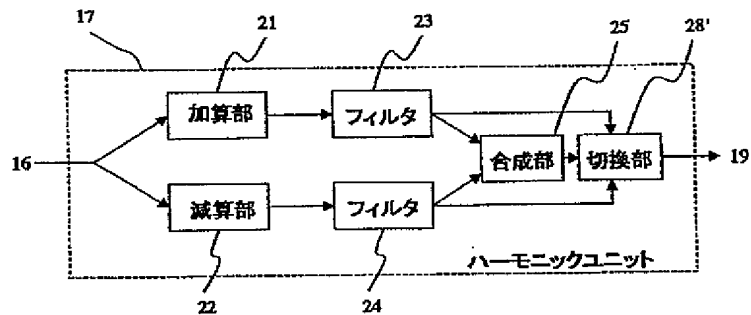


【図6】



(9) 002-360569 (P2002-慮!c69

【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C301 AA02 BB23 DD15 EE01 EE07
 GB03 GB09 GB34 HH01 HH07
 HH11 HH24 HH37 HH38 HH46
 HH51 JB29 JB38 JB50 JC14
 5B057 AA07 BA05 CA08 CA12 CA16
 CB08 CB12 CB16 DC32